



Kayseri’de Satışa Sunulan Tavuk Eti ve İç Organlarında Arsenik Düzeylerinin Belirlenmesi

Yeliz YILDIRIM¹, Zafer GÖNÜLALAN¹, Nurhan ERTAŞ ONMAZ¹, Harun HIZLISOY², Serhat AL¹, Şebnem PAMUK³

¹Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Veteriner Halk Sağlığı ABD, Kayseri

³Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Afyon

Özet: Arsenik doğada yaygın olarak bulunmakta ve birçok gıda grubu yoluyla gıda zincirine katılmaktadır. Bu çalışma Kayseri/Türkiye’de tüketime sunulan tavuk eti ve iç organlarındaki arsenik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapıldı. Farklı marketlerden alınan toplam 21 örnekte (10 tavuk eti ve 11 tavuk iç organı) arsenik kalıntıları İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektroskopisi (ICP-MS) ile belirlendi. Tavuk etlerindeki arsenik düzeyleri ortalama 0.081 ± 0.035 µg/g bulunurken iç organlardaki arsenik düzeyleri ortalama 0.055 ± 0.012 µg/g olarak bulundu. Tavuk eti ve iç organlarının arsenik düzeyleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p > 0.05$). Sonuç olarak ülkemizde de Amerika, Japonya ve Avrupa’da olduğu gibi belli aralıklarla geniş çaplı total diyet çalışmaları planlanarak Türk halkının arsenik ve diğer toksik iz elementlere maruziyeti değerlendirilmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: Arsenik, ICP-MS, Kayseri, tavuk eti, tavuk iç organları

Arsenic Levels in Chicken Meat and Giblets Retailed in Kayseri

Summary: Arsenic is commonly present in the nature and could be introduced into the food chain by many different food groups. This study was carried out to determine the arsenic levels of chicken meat and giblets consumed in Kayseri, Turkey. The arsenic residues of a total of 21 samples (10 fresh chicken meat and 11 chicken giblets) obtained randomly from different retail markets were analyzed with Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS). The mean arsenic levels in chicken meat were determined as 0.081 ± 0.035 µg/g whereas in chicken gilet the average was found to be 0.055 ± 0.012 µg/g. No statistically significant differences were observed between the arsenic levels of chicken meat and giblets analyzed ($p > 0.05$). Therefore it is needed to monitor Turkish people expose to arsenic and other toxic trace elements by large scale total diet studies and take measures as regularly done in the USA, Japan and Europe.

Key words: Arsenic, chicken giblets, chicken meat, ICP-MS, Kayseri

Giriş

Arseniğin birçok endüstriyel işlemde kullanılması, antropojenik (insan marifetiyle; pestisit ve gübre kullanımı ile) olarak yayılması, çevrede ve hayvansal dokuda birikmesi ve toksik olması son zamanlarda halk sağlığı açısından ciddi endişelere yol açmaktadır. Arsenik çevrede yaygın bir şekilde, toprak, hava, su ve gıdada doğal olarak bulunmakla birlikte, antropojenik uygulamalarla çevredeki konsantrasyonu artmaktadır (26). Öte yandan kentsel ve endüstriyel atık sularından kaynaklanan çevre kirlilikleri de eklendiğinde hayvansal gıdaların arsenikle kontaminasyonu kaçınılmaz bir hal almaktadır (8,15).

Arsenik, kontamine toprak, yem ve su ile hayvanlara geçerek hayvansal dokularda birikmekte ve bu hayvanlara ait et ve iç organları tüketen insanlarda sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Hayvansal gıdaların kontaminasyonunda bazı yem katkı maddelerinin de önemli rol oynadığı, özellikle büyümeyi hızlandırıcı ve yem etkinliğini arttırıcı yemlere katılan Roxarsone ve Nitarson benzeri fenilarsenik asit içeren bileşiklerin tavuk eti ve iç organlarında arsenik birikimine yol açtığı bildirilmektedir (12,27).

Arsenik insanlara sıklıkla su ürünleri, su, pirinç, çeşitli tahıllar, süt ürünleri ve tavuk eti gibi gıdalarla bulaşabilmektedir. İnorganik türevlerinin daha toksik olduğu bilinen arseniğin su ürünlerindeki formunun diğer formlara göre daha az toksik olduğu belirtilmektedir. ABD’nin çevre koruma ajansı (EPA) içme sularında 2001 yılında izin verilen arsenik düzeylerini beş kat azalt-

miştir (27). Gıdalarda bulunabilen bazı arsenik formlarının ısı işlemleri sonucu daha toksik formlara dönüşebileceği bildirilmektedir (7).

Gıda yoluyla alınan arsenik, çok düşük düzeylerde alınsa dahi, insanlarda kansere sebebiyet verebilmekte, kalp hastalıkları ve diyabeti tetikleyebilmekte ve entelektüel fonksiyonları önemli düzeyde azaltabilmektedir (27). Akut arsenik toksikasyonunda, biyolojik ve fizyolojik sistemde görev alan birçok enzimin etkinliğinde değişimlere yol açabilmektedir (17). Arseniğe kronik maruziyet; özellikle gastrointestinal kanal, solunum kanalı, deri, karaciğer, kardiyovasküler sistem, hemopoetik sistem ve sinir sisteminde oldukça ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir (1).

Ülkemizde 2013 yılında 1 758 363 ton üretilen ve 2012 yılında kişi başı 19.34 kg tüketilmiş olan kanatlı eti, günlük diyetle ucuz hayvansal protein kaynağı olması dolayısıyla oldukça önemli bir yere sahiptir (23). Dolayısıyla özellikle kanatlı eti ve ürünlerinin olası arsenik kontaminasyonu, halk sağlığı açısından uzun vadede ciddi risklere sebep olabilir. Ülkemizde tavuk etinde arsenik düzeylerine ilişkin yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Avrupa ve Amerika'da da spesifik bir gıda için belirlenmiş arsenik sınır değerleri bulunmamakla birlikte, söz konusu coğrafyalarda yaşayan insanların arsenik ve diğer toksik iz elementlere maruziyetleri belli aralıklarla yapılan total diyet çalışmaları ile belirlenerek mevcut durum ortaya konmakta ve buna göre gereken önlemler alınmaktadır. Ülkemizde özellikle kanatlı eti ve iç organlarının arsenik düzeyleri ile ilgili bilgiler sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, düşük düzeylerde alınsa bile her formunun insan sağlığı üzerine olumsuz etki gösterdiği bilinen arseniğin Türkiye'de sıklıkla tüketilen tavuk eti ve iç organlarındaki varlığını ve düzeylerini ortaya koyarak halk sağlığı açısından olası riskleri belirlemektir.

Gereç ve Yöntem

Örneklerin Toplanması

Kayseri ilinde satışa sunulmuş olan farklı markalara ait 21 tavuk eti numunesi (10 tavuk eti, 11 iç organ) 2015 Kasım ayı içinde toplandı. Toplanan numuneler herhangi bir işlem yapılmadan ivedi şekilde ICP-MS analizi için Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne (ERÜ. TAUM) teslim edildi.

Tavuk Örneklerinin Çözdürülmesi

Numuneler Berghof Mikrodalga çözündürme sistemi (Berghof Speedwave, Germany) kullanılarak ICP-MS analizine hazır hale getirildi. Bu amaçla sistemin kapalı teflon bölümüne konulan numuneler 45 dakika boyunca mikrodalga fırında işleme tabi tutuldu. Daha sonra numunelere 10 ml %65'lik nitrik asit çözeltisi aktarıldı dikkatlice karıştırıldı. Yirmi dakika sonra tekrar mikrodalga ısıtma işlemi uygulandı. Çözdürülmüş numuneler ultradistile su ile 50 ml'ye tamamlanıp ependorf tüplerine alındı. İşlem boyunca kontaminasyon riskine karşı hiçbir numune metalik materyal ile temas ettirilmedi. Çalışma boyunca tüm malzemeler 1:10 nitrik asit ile çalkalandı, etüvde kurutulduktan sonra kullanıldı.

ICP-MS ile Tavuk Numunelerindeki Arsenik Düzeylerinin Belirlenmesi

Çözdürülmüş tavuk eti numunelerinde arsenik düzeylerinin tespiti amacıyla kapalı devre ICP-MS Agilent 7500a sistemi kullanıldı. Sistemin kalite kontrolü için numuneler ile birlikte, 200 ppb konsantrasyonda internal standartlar da (⁹Be, ⁴⁵Sc, ¹⁰³Rh, ²⁰⁸Bi) köre karşı okutuldu. Uygun kalibrasyon standartlarının ortaya koyulabilmesi ve analizin hassasiyetini ölçmek için kör numune olarak ultra distile su kullanıldı.

İstatistiksel analiz

İstatistik analizlerde SPSS 14.01 paket programı kullanıldı. Kanatlı eti ile iç organlar arasındaki total arsenik düzeyleri bakımından farklılığın istatistiksel önem kontrolü Student T test ile yapıldı.

Bulgular

Bu çalışmada, Kayseri'de perakende olarak satışa sunulan farklı markalara ait 10 tavuk eti ve 11 iç organlarından oluşan toplam 21 numune arsenik düzeyleri açısından analiz edildi. İncelenen tüm numunelerin total arsenik konsantrasyonu Tablo 1'de özetlenmiştir.

Çalışmada analiz edilen tavuk eti numunelerinden iki (2/10) ve iç organ numunelerinden ikisinin (2/11) arsenik düzeyleri tespit sınırlarının (0.003911 µg/g) altında kalmıştır. Tavuk etlerinin yedisine ait arsenik değerleri 0.006 ile 0.094 µg/g arasında değişirken sadece bir numunede 0.307 µg/g düzeyinde arsenik saptanmıştır. Bu çalışmada kanatlı eti ve iç organlarının arsenik düzeyleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 1. Kanatlı eti ve iç organlarının total arsenik düzeyleri (µg/g)

	N	$\bar{X} \pm S_x$	Min-Max	İstatistik Önem Kontrolü (Student T test)
Kanatlı eti	8	0.081±0.035	0.006 –0.307	
n<T.L	2	-	-	
İç organ	9	0.055±0.012	0.007 –0.108	P=0.454 ^{ÖD}
n<T.L	2	-	-	
Toplam	21	0.067±0.016	0.006 –0.307	

N: Numune Sayısı; n<T.L: Tespit limiti altında kalan numune sayısı; T.L: Tespit Limiti: 0.003911 µg/g; ÖD: Önemlilik Değeri; P>0.05; $\bar{X} \pm S_x$: Ortalama±Standart hata

Tartışma ve Sonuç

Dünya Sağlık Örgütü'nün (29) verilerinde, arsenik için akciğer kanser insidensini %0.5 düzeyinde artıran günlük minimal inorganik arsenik limitinin 3 µg/kg vücut ağırlığı (2-7 µg/kg vücut ağırlığı- total diyetle olarak maruz kaldığı) olduğu belirtilmekte, tolere edilebilir herhangi bir değerden bahsedilmemektedir. Söz konusu bildirgede daha önce belirlenen haftalık alım limitlerinin de geri çekildiği, arsenik için güvenli kabul edilebilecek bir limit değer belirlenemeyeceği vurgulanmaktadır. İlaveten su kaynaklarındaki arsenik düzeyleri içme suları için WHO tarafından belirlenen değerlerin (10 µg/L) altında olan bölgelerde halk sağlığı riski bulunmadığı belirtilmektedir. Buna paralel olarak tavuk et ve iç organlarında arsenik düzeylerine ilişkin ülkemiz gıda kodeksinde de herhangi bir veri bulunmamaktadır.

İngiltere'de inorganik arsenik için bir bireyin günlük maksimum tolere edilebilir alım düzeyi 120 µg olarak belirlenmiştir (14). Söz konusu çalışmada İngiltere'de yaşayan populasyonun ortalama bir diyetle günde 65 µg total arseniğe maruz kaldığı ortaya konmuş ve birçok gıdanın uluslararası ticarete konu olması dolayısıyla diğer ülkelerde de benzer çalışmaların yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Birçok ülkede çeşitli gıda maddelerindeki total arsenik düzeylerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (2,3,4,13,19,24). Bu çalışmada incelenen tavuk eti numunelerinin ikisi (% 20) ve iç organ numunelerinin ikisi (% 18) olmak üzere toplam dört numunede (% 19) arsenik düzeyleri saptama sınırlarının altında kalmıştır. Bu çalışmada kanatlı etlerinde ortalama total arsenik miktarı 0.081 µg/g olarak belirlenirken tavuk etlerinin yedisine ait arsenik değerlerinin 0.006 ile 0.094 µg/g arasında değiştiği, sadece bir numunede 0.307 µg/g düzeyinde olduğu

saptanmıştır. İç organlardaki arsenik ortalaması ise 0.055 µg/g olarak belirlenmiştir. Ortalama günde 60 gr tavuk eti tüketen bir kişinin sadece tavuk etinden ortalama 4.86 µg total arseniğe, kanatlı etindeki total arsenik düzeyinin %65'inin inorganik olduğu varsayıldığında ise (11, 28) 3.159 µg inorganik arseniğe maruz kalacağı ortaya çıkmaktadır. Amerika'da 2004 yılında yapılan benzer bir çalışmada Amerika'da yaşayan 60 kg bir bireyin sadece tavuk eti ile günde 1.38-5.24 µg arasında inorganik arseniğe maruz kalacağı hesaplanmıştır (10).

İncelenen örneklerde kalıntı düzeyinde arsenik bulunması, ürünlerin farmasötik uygulamalar ile değil yetiştirme veya kesim prosesi sırasında kullanılan sulardan kaynaklanan kontaminasyonlar ile ilişkilendirilebilir.

Türkiye'de kaşar peynirlerinin arsenik içeriğine yönelik yapılmış olan bir çalışmada ortalama total arsenik düzeyi 0.0001 µg/g olarak belirlenmiştir (18).

Bu çalışmada bulguları Nachman ve ark. (2013) tarafından Amerika'da yapılan çalışma bulgularına göre oldukça yüksektir (16). Nachman ve ark. tarafından yapılan çalışmada pişmiş kanatlı etinde total arsenik miktarları ortalama 3 µg/kg, pişmemiş ürünlerde ortalama 2.4 µg/kg düzeyinde bulunmuştur. İnorganik arsenik miktarı ise pişmiş ürünlerde 1.8 µg/kg, organik tavuk etlerinde ise 0.6 µg/kg düzeyinde rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada araştırmacılar ısıtma işlemi uygulanan tavuk etlerinde tespit ettikleri ortalama arsenik düzeylerinin diğerlerine oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan Lasky ve ark. (2004), piliç etlerindeki total arsenik miktarını 0.39 ppm, erişkin tavuklarda ise bunun üç-dört kat fazlası olarak belirlemişlerdir ki bu değerler bizim çalışma bulgularımızdan yüksektir (10).

Çalışmada elde edilen veriler, Saipan ve ark.

(2014) tarafından yayınlanan ortalama tavuk eti bulguları (0.045 µg/g) ile benzerlik göstermekle birlikte içorgan bulguları (0.402 µg/g) ile karşılaştırıldığında düşük bulunmuştur (20). Bahsi geçen araştırmacılar elde ettikleri sonuçların hiçbirinin Tayland ulusal organizasyonu tarafından tavuk etleri (0.5 µg/g) ve iç organları (2 µg/g) için belirlenen düzeyleri aşmadığını bildirmişlerdir. Tayland yerel mevzuatında belirtilen söz konusu limitler US FDA'nın, 1992 yılında yayınladığı limitlerle uyumakta olup söz konusu limit değerlerin artık koruyucu bir nitelik taşımadığı belirtilmiştir (25).

Ghosh ve ark. tarafından 2012'de Bangladeş'te yapılan çalışmada karaciğerdeki arsenik konsantrasyonu 0.102 µg/g ve kas dokuda ise 0.067 µg/g olarak belirlenmiş, kanatlı etindeki arsenik düzeylerinin kuyu sularındaki düzeylerle ilişkili olduğu vurgulanmış ve kanatlı etlerindeki düzeylerin Bangladeş yerel mevzuatında yer alan maksimum tolere edilebilir limitlerin altında olduğu rapor edilmiştir (5). Ghosh ve ark. (2012) tarafından belirlenen değerler bizim çalışma bulgularımızdan yüksektir. Pakistan'da yapılan gıdalarda arsenik düzeylerini belirlemeye yönelik iki çalışmanın birinde tavuk etinde total arsenik düzeyi 2.15-5.28 µg/g arasında, kanatlı iç organında ise 2.68-7.11 µg/g arasında bulunmuş (22), diğerinde ise bu değerler sırasıyla 2.15-5.28 µg/g ve 2.11-6.36 µg/g arasında bulunmuştur (9) ki her iki çalışma bulguları da bu çalışma bulgularından oldukça yüksektir.

Tavuk eti gelişmiş ülkelerde popülasyon diyetinin en önemli parçasını oluşturmaktadır. Kanatlı dokularında arsenik birikimi hayvanların muhtemelen düşük kaliteli yemlerle, mezbaha veya su ürünleri atıklarıyla beslenmelerinden kaynaklanmaktadır.

Arseniğin insan gıda zincirine dahil olmasının genel olarak insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan tarım ürünlerinin kontamine yer altı sularıyla sulanması ve içme suları yoluyla olduğu kabul edilmektedir. Genel olarak arsenik alımı, toz ve dumanın solunması, gıda, su ve çeşitli içeceklerin ağız yoluyla alınması şeklinde olmaktadır.

Birçok farklı ülkede arsenik üzerine yapılan çalışmalar belli bir gıda üzerine yoğunlaşmaktan ziyade o bölgede yaşayan insanların gıda yoluyla aldıkları total arsenik düzeylerini belirlemeye yöneltilmiştir. Kanada'nın farklı şehirlerinden 1985-1988 yılları arasında toplanan gıdalarda ortalama arsenik düzeyinin 73.2 µg/kg düzeyin-

de olduğu (3), Japonya'da iki yıl boyunca yapılan bir total diyet çalışmasında bir insanın günde ortalama 160 ila 180 µg arsenik aldığı (24), Amerika'da gıda yoluyla alınan arsenik düzeyinin kişi başı günlük 88 µg (6), İngiltere'de ise günlük total arsenik alımının 65 µg olduğu rapor edilmektedir (14). Yapılan çalışmalarda en yüksek arsenik konsantrasyonlarının su ürünlerinde tespit edildiği fakat su ürünlerindeki arseniğin büyük bir bölümünün organik formda olduğu belirtilmektedir (21).

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) 1991 yılından itibaren gıdalardaki arsenik düzeylerini total diyet çalışmaları ile belirlemektedir (25). Ülkemizde de günlük arsenik alımına ilişkin toksisite değerlendirmeleri için detaylı total diyet çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Geniş çaplı total diyet çalışmalarıyla belli bölgelerde yaşayan insanların tüm diyetleri ile aldıkları arsenik ve diğer toksik elementlerin konsantrasyonlarının belirlenmesi ve gereken önlemlerin alınması mümkün olacaktır. Nitekim, arsenik hemen her yerde dağılım göstermekte olup sadece belli gıdalar yoluyla değil farklı gıda grupları yoluyla da alınmaktadır. İlaveten sadece arsenik için değil diğer tüm toksik elementler için Avrupa, ABD ve Japonya'da yapıldığı gibi ülkemizde de belli aralıklarla total diyet çalışmalarının sürdürülmesi mevcut durumun belirlenmesi, bölge halkının konu hakkında bilgilendirilmesi ve koruyucu önlemlerin alınması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Al Rmalli SW, Haris PI, Harrington CF, Ayub M. A survey of arsenic in foodstuffs on sale in the United Kingdom and imported from Bangladesh. *Sci Total Environ* 2005; 337(1): 23-30.
2. Alam MGM, Snow ET, Tanaka A. Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in Samta village, Bangladesh. *Sci Total Environ* 2003; 308: 83-96.
3. Dabeka RW, Mckenzie AD, Lacroix GMA, Cleroux C, Bowe S, Graham RA, Conacher HB, Verdier P. Survey of arsenic in total diet food composites and estimation of the dietary intake of arsenic by Canadian adults and children. *J AOAC Int* 1993; 76(1): 14-25.
4. Das HK, Mitra AK, Sengupta PK, Hossain A, Islam F, Rabbani GH. Arsenic concentrations in rice, vegetables, and fish in Bangladesh: a preliminary study. *Environ Int* 2004;

- 30(3): 383-7.
5. Ghosh A, Awal MA, Majumder S, Sikder MH, Rao DR. Arsenic residues in broiler meat and excreta at arsenic prone areas of Bangladesh. *Bangladesh J Pharmacol* 2012; 7(3): 178-85.
 6. Gunderson EL. FDA total diet study, July 1986–April dietary intakes of pesticides, selected elements, and other chemicals. *J AOAC Int* 1991; 78(6): 1353-63.
 7. Hanaoka K, Goessler W, Ohno H, Irgolic KJ, Kaise T. Formation of toxic arsenical in roasted muscles of marine animals. *Appl Organometal Chem* 2001; 15(1): 61-6.
 8. Islam MS, Awal MA, Mostofa M, Begum F, Khair A, Myenuddin M. Effect of Spirulina on biochemical parameters and reduction of tissue arsenic concentration in arsenic induced toxicities in ducks. *Int J Poult Sci* 2009; 8(1): 69-74.
 9. Kazi TG, Shah AQ, Afridi HI, Shah NA, Arain MB. Hazardous impact of organic arsenical compounds in chicken feed on different tissues of broiler chicken and manure. *Ecotox Environ Safe* 2013; 87(1): 120-3.
 10. Lasky T, Sun W, Kadry A, Hoffman MK. Mean total arsenic concentrations in chicken 1989-2000 and estimated exposures for consumers of chicken. *Environ Health Persp* 2004; 112(1): 18-21.
 11. Levine T, Marcus W, Chen C, Rispin A, Scott CS, Gibb H. Special Report on Ingested Inorganic Arsenic: Skin Cancer, Nutritional Essentiality. Washington, DC:U.S. 1988, Environmental Protection Agency.
 12. Mandal, Kumar B, Suzuki K.T. Arsenic round the world: a review. *Talanta* 2002; 58(1): 201-35.
 13. Meharg AA, Mazibur MD. Arsenic contamination of Bangladesh paddy field soils: implications for rice contribution to arsenic consumption. *Environ Sci Technol* 2003; 37(2): 229-34.
 14. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Duplicate Diet Study of Vegetarians-Dietary Exposures to 12 Metals and Other Elements (Sheet 193). *Food Surveillance Information Sheet*; 2000.
 15. Nachman KE, Graham JP, Price LB, Silbergeld EK. Arsenic: a road block to potential animal waste management solutions. *Environ Health Perspect* 2005; 113(9): 1123-4.
 16. Nachman KE, Baron PA, Raber G, Francesconi KA, Navas-Acien A, Love DC. Roxarsone, inorganic arsenic, and other arsenic species in chicken: a US-based market basket sample. *Environ Health Perspect* 2013; 121(7): 818.
 17. Nagvi SM, Vaishnavi C, Singh H. Toxicity and metabolism of arsenic in vegetables. Nriagu JO. eds. In: *Arsenic in the Environment. Part II: Human Health and Ecosystem Effects*. New York: Wiley Publishing. 1994; pp. 55-91.
 18. Özlü H, Atasever M, Urçar S, Atasever M. Erzurum'da tüketime sunulan kaşar peynirlerinin mineral madde içeriği ve ağır metal kontaminasyonu. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2012; 18(2): 205-8.
 19. Roychowdhury T, Uchino T, Tokunaga H, Ando M. Survey of arsenic in food composites from an arsenic-affected area of West Bengal, India. *Food Chem Toxicol* 2002; 40(11): 1611-21.
 20. Saipan P, Tengjaroenkul B, Prahkarnkao K. Accumulation of arsenic and cadmium in foods of animal origin collected from the local markets in North eastern region Thailand. *Int J Anim Vet Adv* 2014; 6(4): 130-4.
 21. Schoof RA, Yost LJ, Eickhoff J, Crecelius EA, Cragin DW, Meacher DM, Menzel DB. A market basket survey of inorganic arsenic in food. *Food Chem Toxicol* 1999; 37(8): 839-46.
 22. Shah AQ, Kazi TG, Arain MB, Jamali MK, Afridi HI, Jalbani N, Baig JA. Comparison of electrothermal and hydride generation atomic absorption spectrometry for the determination of total arsenic in broiler chicken. *Food Chem* 2009; 113(4): 1351-5.
 23. T.C. Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). Ürün Raporu Kümes Hayvancılığı 2014. Erişim tarihi: Aralık, 2015. http://arastirma.tarim.gov.tr/tepge/Lists/Haber/Attachments/18/KANATLI_URUN_RAPORU_2014.pdf
 24. Tsuda T, Inoue T, Kojima M, Akoi S. Market basket and duplicate portion estimation of dietary intake of cadmium, mercury, arsenic, copper, manganese, and zinc by Japanese adults. *J AOAC Int* 1995; 78(6): 1363-8.
 25. U.S. Food and Drug Administration (FDA) 2016. İnternet Erişimi: Şubat 2016. <http://www.fda.gov/Food/FoodbornellnessContaminants/Metals/ucm319870.htm>

26. Villa-Lojo MC, Rodriguez E, Mahia PL, Mnuategui MS, Rodriguez DP. Coupled high performance liquid chromatography–microwave digestion–hydride generation–atomic absorption spectrometry for inorganic and organic arsenic speciation in fish tissue. *Talanta* 2002; 57(4): 741-50.
27. Wallinga D. Playing chicken: Avoiding arsenic in your meat. The Institute for Agriculture and Trade Policy, Food and Health Program, Minnesota 55404, USA, 2006.
28. Weiler R. Percentage of Inorganic Arsenic in Food: A Preliminary Analysis. Report No. 87-48-45000-057. Toronto, Canada:Ontario, Canada Ministry of the Environment, 1987.
29. World Health Organization (WHO). Preventing Disease Through Healthy Environments Exposure to Arsenic: A Major Public Health Concern. 2010. Public Health and Environment World Health Organization 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland.

Yazışma adresi:

Doç. Dr. Yeliz YILDIRIM
Erciyes Üniversitesi veteriner Fakültesi
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı
38039 Melikgazi/Kayseri
E-posta: yyildirim@erciyes.edu.tr